



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-194268

(43)Date of publication of application : 21.07.1999

.....  
(51)Int.Cl. G02B 15/12

.....  
(21)Application number : 09-359828 (71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 26.12.1997 (72)Inventor : HORIUCHI AKINAGA

.....  
(54) REAR CONVERTER LENS AND CAMERA PROVIDED THEREWITH

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a rear converter lens having excellent optical performance while securing specified back focus in spite of simple constitution.

SOLUTION: This rear converter lens Lc is attached to the image side of a principal lens system Ls, displaces the focal distance of an entire system to an enlargement side and has negative refractive power as a whole. It is provided with a 1st negative lens 1 whose strong concave surface relatively faces to the image side, a combined lens obtained by sticking a 2nd negative lens 2 whose strong concave surface relatively faces to the image side and a 3rd positive lens 3 whose strong convex surface relatively faces to an object side, and a combined lens obtained by sticking a 4th positive lens 4 whose both surfaces are convex and a 5th negative lens 5 in order from the object side.

-----  
LEGAL STATUS [Date of request for examination]  
[Date of sending the examiner's decision of rejection]  
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and INPIT are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not  
reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the rear converter lens of the negative refractive power as a whole which the image side of the main lens system is equipped [ refractive power ] and carries out the variation rate of the focal distance of the whole system to an amplification side The 1st negative lens to which the concave surface relatively strong against an image side was turned in order [ side / body ], The rear converter lens characterized by having the cemented lens which stuck the 2nd negative lens to which the concave surface relatively strong against an image side was turned, and the 3rd forward lens to which the convex relatively strong against a body side was turned, and the cemented lens with which both sides stuck the 4th convex forward lens and the 5th negative lens.

[Claim 2] the time of setting the focal distance of D34 and said rear converter lens to  $f_c$  for air spacing of said 3rd lens and 4th lens --  $0.01 < |D34/f_c| < 0.05$  -- rear converter lens according to claim 1 characterized by satisfying conditional expression.

[Claim 3] the time of making the Abbe number of the construction material of

said 4th lens and 5th lens into each  $\nu_4$  and  $\nu_5$  --  $21 < \nu_4 - \nu_5 < 50$  --

claim 1 characterized by satisfying conditional expression, and rear converter lens of two publications.

[Claim 4] the time of setting to L spacing of the conjugate point to the image point formed only of said main lens system, and said object point formed with said rear converter lens when this image point is made into the object point by air scaled distance, and setting an effective screen size to Y --  $2.2 < L/Y < 4.6$  -- rear converter lens according to claim 1 to 3 characterized by satisfying conditional expression.

[Claim 5] the time of setting the radius of curvature of the field by the side of R12 and the body of said 2nd lens to R21 for the radius of curvature of the field by the side of the image of said 1st lens --  $0.03 < |R12/R21| < 0.11$  -- rear converter lens according to claim 1 to 4 characterized by satisfying conditional expression.

[Claim 6] the time of setting  $N_p$  and the average refractive index of the construction material of a negative lens to  $N_n$  for the average refractive index of the construction material of a positive lens among the lenses which constitute said rear converter lens --  $1.39 < N_p < 1.65$   $1.55 < N_n < 1.91$  -- rear converter lens according to claim 1 to 5 characterized by satisfying conditional

expression.

[Claim 7] The rear converter lens according to claim 1 to 6 characterized by having at least one aspheric lens.

[Claim 8] The camera which has a rear converter lens according to claim 1 to 7, and is characterized by this rear converter lens being removable.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is attached in the image side of the main lens system removable, and relates to the rear converter lens which carries out the variation rate of the focal distance of the whole system to a looking-far side.

[0002]

[Description of the Prior Art] From before, in an one eye reflex camera, it equips with a lens system with negative refractive power between an interchangeable lens and a film plane, and the adapter which carries out the variation rate of the focal distance of the whole system to a looking-far side is known. For example, such a rear converter lens is indicated by JP,51-12421,B and JP,61-13206,B.

[0003] On the other hand, recently, high definition-ization of a video camera is progressing with high-performance-izing and digitization of a videocassette recorder. As one method of attaining high definition-ization of a video camera, photography light is made decomposition according to color-separation optical system at each colored light, and the method of capturing an image with three

image sensors is learned.

[0004] In the video camera equipped with color-separation optical system, although the thing which can exchange taking lenses is known, there is a demand of wanting to also equip such a video camera with the above-mentioned rear converter lens.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if a certain amount of back focus is not secured in order to apply a rear converter lens to the video camera which has color-separation optical system, a converter lens interferes in optical members arranged ahead of image pick-up sides, such as CCD, such as color-separation optical system and an optical low pass filter, and there is a problem that wearing becomes impossible.

[0006] Moreover, in order that the main lens system equipped with a rear converter lens may take a photograph by itself, good aberration amendment has already been performed by the simple substance. However, if the main lens system is equipped with the rear converter lens which has the above negative refractive power, since the PETTSU bar sum will become negative, in proportion to the magnitude of a field angle, the image surface will become exaggerated,

and image quality will deteriorate.

[0007] Although it is possible to amend many aberration by increasing lens number of sheets consequently, the dimension of the whole system including the main lens system increases, and the problem that a lens configuration will be complicated arises.

[0008] This invention is made in order to solve the above-mentioned problem, and it aims at offering the rear converter lens which can maintain good optical-character ability, securing a predetermined back focus, though it is a compact configuration.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In the rear converter lens of the negative refractive power as a whole which the image side of the main lens system is equipped [ refractive power ] with this invention, and carries out the variation rate of the focal distance of the whole system to an amplification side in order to attain the above-mentioned object The 1st negative lens to which the concave surface relatively strong against an image side was turned in order [ side / body ], It is characterized by having the cemented lens which stuck the 2nd negative lens to which the concave surface relatively strong against an image side was



turned, and the 3rd forward lens to which the convex relatively strong against a body side was turned, and the cemented lens with which both sides stuck the 4th convex forward lens and the 5th negative lens.

[0010]

[Embodiment of the Invention] The operation gestalt of this invention is concretely explained using a drawing.

[0011] Drawing 1 , and 3 and 5 are the lens sectional views at the time of attaching the rear converter lens of the numerical examples 1-3 later mentioned to the image side of the main lens system (zoom lens), respectively, and drawing 2 , and 4 and 6 are aberration drawings of the whole system at the time of attaching the rear converter lens of the numerical examples 1-3 in the zoom lens for photography, respectively. In drawing 2 , and 4 and 6, aberration drawing [ in / in (a) / a wide angle edge ], aberration drawing [ in / in (b) / a medium focal distance ], and (c) express aberration drawing in a tele edge. Moreover, in drawing 2 , and 4 and 6, d and g express  $\delta M$  and d line, g line, and  $\delta S$  express the meridional image surface and the sagittal image surface.

[0012] In drawing 1 , and 3 and 5, the zoom lens with which Ls is constituted by 1-4th lens group I-IV, and Lc are the image pick-up sides where, as for a rear

converter lens and GB, glass blocks, such as color-separation prism, a face plate of CCD, and a low pass filter, should be arranged, and, as for I, image sensors, such as CCD, should be arranged. Especially with this operation gestalt, the image sensor with a screen size of 3.6x4.8mm (: with an effective screen size of 6.0mm 1/3 inch CCD) is assumed to 3CCD digital camcorder used three sheets. That is, in drawing 1 , and 3 and 5, although, as for the image pick-up side I, only one is drawn for simplification, corresponding to each color, three image pick-up sides will exist actually.

[0013] The body of a camera is equipped with the rear converter lens Lc and the rear converter lens Lc for the zoom lens Ls through mounting member C' through the mounting member C. Therefore, an image side is contained in the body of a camera from a glass block GB. In addition, in drawing 3 and 5, although the mounting member C and C' are omitted, it is the same configuration as drawing 1 .

[0014] In this operation gestalt, while a zoom lens Ls moves the 2nd lens group II to an image side like the arrow head shown in each drawing on the occasion of the variable power from a wide angle edge to a tele edge, it moved the 4th lens group IV and has amended the image surface fluctuation accompanying variable

power. Moreover, it is the zoom lens of rear focus \*\*\*\* which is moved on an optical axis in the case of a focus, and performs the 4th lens group IV at it.

[0015] The rear converter lens Lc of this operation gestalt constitutes the 1st lens 1 from a negative lens, in order to lengthen a back focus, and it is making it retro focus type lens arrangement. However, if negative power of the 1st lens 1 is strengthened recklessly, since the PETTSU bar sum will become large negative and the image surface will become exaggerated (an exaggerated curvature of field occurs), in from the 2nd lens 2 before the 5th lens 5, a positive lens is arranged, the assignment of the power of each lens is made small, and the effective reduction of a curvature of field of drawing is.

[0016] Moreover, in a common rear converter lens, there is the description of worsening the aberration generated with the main lens only the square twice of the scale factor of a rear converter lens. When a rear converter lens is used for the camera which has attained high definition by disassembly of the image by color-separation optical system like this operation gestalt, chromatic aberration needs to be amended more by fitness. For this reason, the rear converter lens of this operation gestalt has amended chromatic aberration good with the cemented lens.

[0017] Although the object of this invention is attained by constituting a rear converter lens like the operation gestalt which is a \*\*\*\*, in order to perform still better aberration amendment, it is desirable to satisfy at least one of each items of (a) - (f) described below.

[0018] (a) time of setting the focal distance of D34 and a rear converter lens to  $f_c$  for air spacing of the 3rd lens and the 4th lens which constitutes a rear converter lens  $0.01 < - |D34/f_c| < - 0.05$  (1)

Satisfy the becoming conditional expression.

[0019] Conditional expression (1) is the conditions for amending astigmatism and distortion aberration with sufficient balance. An astigmatism gap becomes large and is not desirable if the upper limit of conditional expression (1) is exceeded. On the contrary, if a lower limit is exceeded, while amendment of distortion aberration will become difficult, the overall length of a rear converter lens becomes short too much, spacing of the main lens and a camera runs short and it becomes difficult to arrange a rear converter lens physically.

[0020] (b) time of setting to  $\nu_4$  and  $\nu_5$  the Abbe number of the construction material of the 4th lens which constitutes a rear converter lens, and the 5th lens  $21 < - \nu_4 - \nu_5 < - 50$  (2)

Satisfy the becoming conditional expression.

[0021] Conditional expression (2) is the conditions for amending the chromatic aberration generated with a rear converter lens good. If the upper limit of conditional expression (2) is exceeded, axial overtone aberration will become exaggerated and it will become superfluous amending it. On the contrary, if a lower limit is exceeded, axial overtone aberration will become an undershirt and will serve as lack of amendment.

[0022] (c) time of making into the object point of a rear converter lens the image point formed only of the main lens system, setting to  $L$  (air scaled distance) distance with the image point which is a point [ \*\*\*\* ] formed with a rear converter lens, and setting an effective screen size to  $Y$  (3)  $2.2 < L/Y < 4.6$

Satisfy the becoming conditional expression.

[0023] Conditional expression (3) is related to the overall length (magnitude) of a rear converter lens. If the upper limit of conditional expression (3) is exceeded, the overall length of a rear converter lens causes [ become large and ] enlargement of the whole lens and is not desirable. On the contrary, if a lower limit is exceeded, the overall length of a rear converter lens will become short too much, and it becomes difficult for spacing of the main lens and a camera to

approach and to arrange a rear converter lens physically.

[0024] In addition, effective screen size Y is the size of drawing 1 and the image pick-up side I in 3 and 5. Since the image pick-up side I is generally a rectangle, effective screen size Y is expressed with the diagonal line length. In this operation gestalt, effective screen size Y is 6.0mm, as mentioned above.

[0025] (d) time of setting the radius of curvature by the side of R12 and the body of the 2nd lens to R21 for the radius of curvature by the side of the image of the 1st lens  $0.03 < - |R12/R21| < - 0.11$  (4)

Satisfy the becoming conditional expression.

[0026] In order to amend spherical aberration and comatic aberration with sufficient balance and to make a back focus into a suitable value especially, it is good to satisfy conditional expression (4). If the upper limit of conditional expression (4) is exceeded, while comatic aberration will become large, back focuses run short. Conversely, spherical aberration becomes an undershirt and is not desirable if a lower limit is exceeded.

[0027] (e) time of setting Np and the average refractive index of the construction material of a negative lens to Nn for the average refractive index of the construction material of a positive lens among the lenses which constitute a rear

converter lens  $1.39 < n_p < 1.65$  (5)

$1.55 < n_n < 1.91$  (6)

Satisfy the becoming conditional expression.

[0028] It is the conditions for conditional expression (5) and (6) using low refractive-index glass for the positive lens of the lens which constitutes a rear converter lens, using high refractive-index glass for a negative lens, and preventing aggravation of the PETTSU bar sum, and if the construction material of a refractive index with which conditional expression is not filled is used, a curvature of field will get worse.

[0029] (f) In order to amend the flare besides still better aberration amendment, especially a shaft good, use at least one aspheric lens for a rear converter lens.

[0030] In addition, it is desirable that it is the configuration to which forward refractive power becomes weak as an aspheric surface configuration goes to the periphery of a lens.

[0031] Next, the numeric data of the zoom lens shown in drawing 1 -3 and the rear converter lens of the numerical examples 1-3 is shown. The numeric data of a zoom lens is common in each numerical example.

[0032] each numeric data -- setting --  $r_i$  -- a body side -- order -- the  $i$ -th lens

thickness and air spacing, and  $n_i$  and  $n_{ui}$  are the radius of curvatures of the  $i$ -th field, and  $d_i$  is the refractive index and the Abbe number of the  $i$ -th lens in order from a body side in a body side, respectively.

[0033] The field number in the numeric data of a rear converter lens is a field number counted also including the lens side of a zoom lens. Therefore, d25 expresses spacing with the last side (the 25th page) of the main zoom lens. On the other hand, the members expressed with the 34-36th page are drawing 1 and the glass block GB shown in 3 and 5.

[0034] Moreover, it is [0035], when an aspheric surface configuration makes [ the direction of an optical axis ] the travelling direction of H shaft and light forward for the X-axis, an optical axis, and a perpendicular direction in each numeric data and paraxial radius of curvature and each aspheric surface multiplier are set to K, B, C, D, E, and F for  $r$ .

[External Character 1]

It expresses with the becoming formula.

[0036] The display of "e-Z [ moreover, ]" means "10-Z."



[0037]

[External Character 2]

[0038]

[External Character 3]

[0039]

[External Character 4]

[0040]

[External Character 5]

[0041] The relation between a monograph affair type and many numeric values in a numerical example is shown in a table -1, and the item of the rear converter lens of each numerical example is shown in a table -2.

[0042]

[A table 1]

[0043]

[A table 2]

[0044] Even when the back focus which can arrange the prism for color separation to an image side be secure and the about 1.6 - f number bright main lens system be equip with it by set up a lens configuration appropriately while the rear converter lens of this operation gestalt secure the mechanical space of the mounting section for rear converter lens wearing though it be little easy and compact configuration of lens number of sheets , it can demonstrate good optical character ability with very little aberration fluctuation .

[0045]

[Effect of the Invention] The rear converter lens of good optical-character ability is realizable, securing a predetermined back focus according to this invention, though it is an easy configuration, as explained above.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view of the zoom lens equipped with the rear converter lens of the numerical example 1.

[Drawing 2] They are many aberration drawings of the zoom lens equipped with the rear converter lens of the numerical example 1.

[Drawing 3] It is the sectional view of the zoom lens equipped with the rear converter lens of the numerical example 2.

[Drawing 4] They are many aberration drawings of the zoom lens equipped with the rear converter lens of the numerical example 2.

[Drawing 5] It is the sectional view of the zoom lens equipped with the rear

converter lens of the numerical example 3.

[Drawing 6] They are many aberration drawings of the zoom lens equipped with the rear converter lens of the numerical example 3.

[Description of Notations]

Ls Main lens system

Lc Rear converter lens

GB Glass plate

I Image pick-up side

1 1st Lens

2 2nd Lens

3 3rd Lens

4 4th Lens

5 5th Lens

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-194268

(43)公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 0 2 B 15/12

識別記号

F I

G 0 2 B 15/12

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平9-359828

(22)出願日 平成9年(1997)12月26日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 堀内 昭永

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

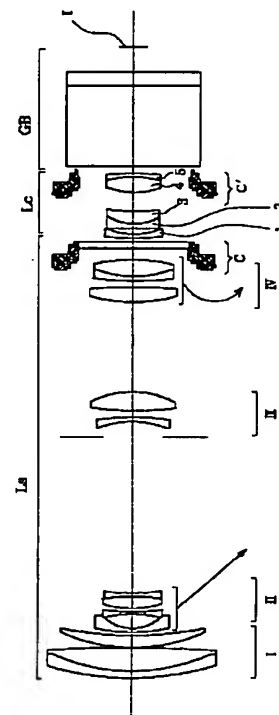
(74)代理人 弁理士 丸島 儀一

(54)【発明の名称】 リアコンバーターレンズ及びそれを有するカメラ

(57)【要約】

【課題】 簡単な構成でありながら、所定のバックフォーカスを確保しつつ、良好な光学性能のリアコンバーターレンズを提供すること。

【解決手段】 主レンズ系Lsの像側に装着し、全系の焦点距離を拡大側に変位させる全体として負の屈折力のリアコンバーターレンズLcであって、物体側より順に、相対的に像側に強い凹面を向けた負の第1レンズ1、相対的に像側に強い凹面を向けた負の第2レンズ2と相対的に物体側に強い凸面を向けた正の第3レンズ3を貼り合わせた接合レンズ、両面が凸面の正の第4レンズ4と負の第5レンズ5を貼り合わせた接合レンズを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 主レンズ系の像側に装着し、全系の焦点距離を拡大側に変位させる全体として負の屈折力のリアコンバーターレンズにおいて、物体側より順に、相対的に像側に強い凹面を向けた負の第 1 レンズ、相対的に像側に強い凹面を向けた負の第 2 レンズと相対的に物体側に強い凸面を向けた正の第 3 レンズを貼り合わせた接合レンズ、両面が凸面の正の第 4 レンズと負の第 5 レンズを貼り合わせた接合レンズを有することを特徴とするリアコンバーターレンズ。

【請求項 2】 前記第 3 レンズと第 4 レンズの空気間隔を  $D_{34}$ 、前記リアコンバーターレンズの焦点距離を  $f_c$  とするとき、

$$0.01 < |D_{34}/f_c| < 0.05$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 記載のリアコンバーターレンズ。

【請求項 3】 前記第 4 レンズと第 5 レンズの材質の阿ッペ数を各々  $v_4$ 、 $v_5$  とするとき、

$$21 < v_4 - v_5 < 50$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1、2 記載のリアコンバーターレンズ。

【請求項 4】 前記主レンズ系のみによって形成される像点と、該像点を物点としたときに前記リアコンバーターレンズによって形成される前記物点に対する共役点の間隔を空気換算距離で  $L$  とし、有効画面サイズを  $Y$  とするとき、

$$2.2 < L/Y < 4.6$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 記載のリアコンバーターレンズ。

【請求項 5】 前記第 1 レンズの像側の面の曲率半径を  $R_{12}$ 、前記第 2 レンズの物体側の面の曲率半径を  $R_{21}$  とするとき、

$$0.03 < |R_{12}/R_{21}| < 0.11$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 記載のリアコンバーターレンズ。

【請求項 6】 前記リアコンバーターレンズを構成するレンズのうち、正レンズの材質の平均屈折率を  $N_p$ 、負レンズの材質の平均屈折率を  $N_n$  とするとき、

$$1.39 < N_p < 1.65$$

$$1.55 < N_n < 1.91$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 5 記載のリアコンバーターレンズ。

【請求項 7】 少なくとも 1 枚の非球面レンズを有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 記載のリアコンバーターレンズ。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 7 記載のリアコンバーターレンズを有し、該リアコンバーターレンズが着脱可能であることを特徴とするカメラ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、主レンズ系の像側に着脱可能に取り付けられ、全系の焦点距離を望遠側に変位させるリアコンバーターレンズに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より一眼レフレックスカメラにおいて、負の屈折力を有したレンズ系を交換レンズとフィルム面との間に装着して、全系の焦点距離を望遠側に変位させるアダプターが知られている。例えば、特公昭 51-12421 号公報や特公昭 61-13206 号公報には、このようなリアコンバーターレンズが開示されている。

【0003】 一方、最近ではビデオデッキの高性能化やデジタル化にともない、ビデオカメラの高画質化が進んできている。ビデオカメラの高画質化を達成する 1 つの方法として、色分解光学系によって撮影光を各色光に分解にし、3 つの撮像素子にて画像を取り込む方法が知られている。

【0004】 色分解光学系を備えたビデオカメラにおいて、撮影レンズの交換が可能なものが知られているが、このようなビデオカメラにも前述のリアコンバーターレンズを装着したいという要求がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、色分解光学系を有するビデオカメラ等にリアコンバーターレンズを適用するには、ある程度のバックフォーカスを確保せねば、CCD 等の撮像面の前方に配置された色分解光学系や光学的ローパスフィルター等の光学部材にコンバーターレンズが干渉してしまい、装着が不可能になるといった問題がある。

【0006】 また、リアコンバーターレンズを装着する主レンズ系は、それ自身で撮影を行うため、単体で既に良好な収差補正が行われている。しかしながら、上述のような負の屈折力を有するリアコンバーターレンズを主レンズ系に装着すると、ペッツバル和が負になるため、画角の大きさに比例して像面がオーバーになり、画質が低下してしまう。

【0007】 レンズ枚数を増やすことによって、諸収差を補正することは可能であるが、その結果、主レンズ系を含めた全系の寸法が増大し、レンズ構成が複雑化してしまうといった問題が生じる。

【0008】 本発明は、上記の問題を解決するためになされたものであって、コンパクトな構成でありながら、所定のバックフォーカスを確保しつつ、良好な光学性能を維持できるリアコンバーターレンズを提供することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明は、主レンズ系の像側に装着し、全系の焦点距離を拡大側に変位させる全体として負の屈折力のリア



コンバーターレンズにおいて、物体側より順に、相対的に像側に強い凹面を向けた負の第1レンズ、相対的に像側に強い凹面を向けた負の第2レンズと相対的に物体側に強い凸面を向けた正の第3レンズを貼り合わせた接合レンズ、両面が凸面の正の第4レンズと負の第5レンズを貼り合わせた接合レンズを有することを特徴としている。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を図面を用いて具体的に説明する。

【0011】図1, 3, 5はそれぞれ、主レンズ系（ズームレンズ）の像側に後述する数値実施例1～3のリアコンバーターレンズを取り付けた際のレンズ断面図であり、図2, 4, 6はそれぞれ、撮影用ズームレンズに数値実施例1～3のリアコンバーターレンズを取り付けた際の全系の収差図である。図2, 4, 6において、(a)は広角端における収差図、(b)は中間焦点距離における収差図、(c)は望遠端における収差図を表している。また図2, 4, 6において、d, gはd線、g線、 $\Delta M$ 、 $\Delta S$ はメリジオナル像面、サジタル像面を表している。

【0012】図1, 3, 5において、 $L_s$ は第1～4レンズ群I～IVによって構成されるズームレンズ、 $L_c$ はリアコンバーターレンズ、GBは色分解プリズムやCCDのフェースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック、IはCCD等の撮像素子が配置されるべき撮像面である。本実施形態では、特に、画面寸法3.6×4.8mm（有効画面サイズ6.0mm：1/3インチCCD）の撮像素子を3枚使用した3CCDデジタルビデオカメラに想定している。すなわち、図1, 3, 5においては、撮像面Iは簡単化のため1つしか描かれていないが、実際には各色に対応して3つの撮像面が存在することになる。

【0013】ズームレンズ $L_s$ は、マウント部材Cを介してリアコンバーターレンズ $L_c$ と、リアコンバーターレンズ $L_c$ はマウント部材C'を介してカメラ本体に装着されている。したがって、ガラスブロックGBより像\*

$$0.01 < |D_{34}/f_c| < 0.05 \quad (1)$$

なる条件式を満足すること。

【0019】条件式(1)は、非点収差と歪曲収差をバランスよく補正するための条件である。条件式(1)の上限値を超えると、非点格差が大きくなり好ましくない。逆に、下限値を超えると歪曲収差の補正が困難になると同時に、リアコンバーターレンズの全長が短くなり※

$$21 < v_4 - v_5 < 50$$

なる条件式を満足すること。

【0021】条件式(2)は、リアコンバーターレンズで発生する色収差を良好に補正するための条件である。条件式(2)の上限値を超えると軸上色収差がオーバーになり補正過剰となる。逆に、下限値を超えると軸上色

\*側は、カメラ本体に含まれる。なお、図3, 5においては、マウント部材C, C'を省略しているが、図1と同様の構成である。

【0014】本実施形態において、ズームレンズ $L_s$ は、広角端から望遠端への変倍に際して、各図に示した矢印のように第2レンズ群IIを像側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を第4レンズ群IVを移動させて補正している。また、フォーカスの際には、第4レンズ群IVを光軸上移動させて行うリアフォーカス式のズームレンズである。

【0015】本実施形態のリアコンバーターレンズ $L_c$ は、バックフォーカスを長くするために第1レンズ1を負レンズで構成し、レトロフォーカスタイプのレンズ配置にしている。しかしながら、第1レンズ1の負のパワーをむやみに強くすると、ペッツバル和が負に大きくなり、像面がオーバーになる（オーバーな像面湾曲が発生する）ため、第2レンズ2から第5レンズ5までの間に正レンズを配置し、各レンズのパワーの分担を小さくし、像面湾曲の効果的な低減を図っている。

【0016】また、一般的なリアコンバーターレンズでは、主レンズで発生する収差をリアコンバーターレンズの倍率の2乗倍だけ悪化させるといった特徴がある。本実施形態のように、色分解光学系による画像の分解により高画質を達成しているカメラにリアコンバーターレンズを使用した場合には、色収差がより良好に補正される必要がある。このため、本実施形態のリアコンバーターレンズは、接合レンズにより色収差を良好に補正している。

【0017】本発明の目的は、上述の実施形態のごとくリアコンバーターレンズを構成することにより達成されるものであるが、更に良好な収差補正を行うには、以下に記した(a)～(f)の各項目のうち、少なくとも1つを満足することが望ましい。

【0018】(a)リアコンバーターレンズを構成する第3レンズと第4レンズの空気間隔を $D_{34}$ 、リアコンバーターレンズの焦点距離を $f_c$ とすると、

※すぎて主レンズとカメラの間隔が不足し、リアコンバーターレンズを物理的に配置するのが困難になる。

【0020】(b)リアコンバーターレンズを構成する第4レンズと第5レンズの材質のアッベ数を $v_4$ ,  $v_5$ とすると、

$$(2)$$

収差がアンダーになり補正不足となる。

【0022】(c)主レンズ系のみによって形成される像点をリアコンバーターレンズの物点とし、リアコンバーターレンズによって形成される共役点である像点との距離を $L$ （空気換算距離）とし、有効画面サイズを $Y$

とするとき、

$$2.2 < L/Y < 4.6$$

(3)

なる条件式を満足すること。

【0023】条件式(3)は、リアコンバーターレンズの全長(大きさ)に関係する。条件式(3)の上限値を超えるとリアコンバーターレンズの全長が大きくなり、レンズ全体の大型化を招き好ましくない。逆に、下限値を超えるとリアコンバーターレンズの全長が短くなり過ぎ、主レンズとカメラの間隔が接近してリアコンバーターレンズを物理的に配置するのが困難になる。 \*10

$$0.03 < |R_{12}/R_{21}| < 0.11$$

(4)

なる条件式を満足すること。

【0026】特に球面収差とコマ収差をバランスよく補正し、バックフォーカスを適当な値とするためには条件式(4)を満足するとよい。条件式(4)の上限値を超えるとコマ収差が大きくなると同時にバックフォーカス\*

$$1.39 < N_p < 1.65$$

(5)

$$1.55 < N_n < 1.91$$

(6)

なる条件式を満足すること。

【0028】条件式(5)、(6)は、リアコンバーターレンズを構成するレンズの正レンズに低屈折率ガラス、負レンズに高屈折率ガラスを用いてペッツバル和の悪化を防ぐための条件で、条件式を満たさない屈折率の材質を用いると像面湾曲が悪化してくる。

【0029】(f)更に良好な収差補正、特に軸外のフレアーを良好に補正するために、リアコンバーターレンズに少なくとも1枚の非球面レンズを用いること。

【0030】なお、非球面形状は、レンズの周辺部にいくにしたがって正の屈折力が弱くなる形状であることが望ましい。

【0031】次に、図1～3に示したズームレンズ及び数値実施例1～3のリアコンバーターレンズの数値データを示す。ズームレンズの数値データは、各数値実施例において共通である。

【0032】各数値データにおいて、 $r_i$ は物体側より★

$$X = \frac{(1/r)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/r)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12}$$

なる式で表している。

【0036】また、例えば「 $e-Z$ 」の表示は「 $10^{-Z}$ 」を意味する。

\*【0024】なお、有効画面サイズ $Y$ は、図1、3、5における撮像面Iのサイズである。有効画面サイズ $Y$ は、一般的に撮像面Iが長方形であるので、その対角線長で表される。本実施形態において有効画面サイズ $Y$ は、前述したように6.0mmである。

【0025】(d)第1レンズの像側の曲率半径を $R_{12}$ 、第2レンズの物体側の曲率半径を $R_{21}$ とすると

※が不足してくる。逆に下限値を超えると球面収差がアンダーになり好ましくない。

【0027】(e)リアコンバーターレンズを構成するレンズのうち、正レンズの材質の平均屈折率を $N_p$ 、負レンズの材質の平均屈折率を $N_n$ とすると、

★順に第 $i$ 番目の面の曲率半径、 $d_i$ は物体側より順に第 $i$ 番目のレンズ厚及び空気間隔、 $n_i$ と $v_i$ はそれぞれ物体側より順に第 $i$ 番目のレンズの屈折率とアッベ数である。

【0033】リアコンバーターレンズの数値データにおける面番号は、ズームレンズのレンズ面も含めて数えた面番号である。したがって、 $d_{25}$ は主ズームレンズの最終面(第25面)との間隔を表している。一方、第34～36面で表される部材は、図1、3、5に示したガラスブロックGBである。

【0034】また各数値データにおいて、非球面形状は、光軸方向を $X$ 軸、光軸と垂直方向を $H$ 軸、光の進行方向を正とし、 $r$ を近軸曲率半径、各非球面係数を $K$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$ としたとき、

【0035】

【外1】

【0037】

【外2】

7

主レンズ系 (撮影レンズ)

f=5.65~90.91      f<sub>no</sub>=1:1.65~2.70      2w=55.9° ~3.8°

|       |            |      |       |      |         |       |      |
|-------|------------|------|-------|------|---------|-------|------|
| r 1=  | 66.535     | d 1= | 1.70  | n 1= | 1.84666 | ν 1=  | 23.8 |
| r 2=  | 40.775     | d 2= | 5.85  | n 2= | 1.49700 | ν 2=  | 81.6 |
| r 3=  | -265.614   | d 3= | 0.20  |      |         |       |      |
| r 4=  | 36.348     | d 4= | 3.20  | n 3= | 1.69680 | ν 3=  | 55.5 |
| r 5=  | 90.440     | d 5= | 可変    |      |         |       |      |
| r 6=  | 40.266     | d 6= | 0.90  | n 4= | 1.88300 | ν 4=  | 40.8 |
| r 7=  | 8.742      | d 7= | 3.63  |      |         |       |      |
| r 8=  | -31.100    | d 8= | 0.80  | n 5= | 1.88300 | ν 5=  | 40.8 |
| r 9=  | 80.646     | d 9= | 0.60  |      |         |       |      |
| r10=  | 17.012     | d10= | 3.10  | n 6= | 1.84666 | ν 6=  | 23.8 |
| r11=  | -36.698    | d11= | 0.30  |      |         |       |      |
| r12=  | -22.871    | d12= | 0.80  | n 7= | 1.77250 | ν 7=  | 49.6 |
| r13=  | 48.797     | d13= | 可変    |      |         |       |      |
| r14=  | 0.000 (絞リ) | d14= | 4.02  |      |         |       |      |
| r15=  | -20.418    | d15= | 1.00  | n 8= | 1.77250 | ν 8=  | 49.6 |
| r16=  | -85.604    | d16= | 2.01  |      |         |       |      |
| *r17= | 66.884     | d17= | 4.60  | n 9= | 1.58313 | ν 9=  | 59.4 |
| r18=  | -20.646    | d18= | 22.81 |      |         |       |      |
| *r19= | 28.893     | d19= | 3.70  | n10= | 1.58313 | ν 10= | 59.4 |
| r20=  | -163.671   | d20= | 1.70  |      |         |       |      |
| r21=  | 62.365     | d21= | 1.00  | n11= | 1.84666 | ν 11= | 23.8 |
| r22=  | 21.910     | d22= | 4.60  | n12= | 1.48749 | ν 12= | 70.2 |
| r23=  | -33.114    | d23= | 可変    |      |         |       |      |
| r24=  | 0.000      | d24= | 1.60  | n13= | 1.51633 | ν 13= | 64.1 |
| r25=  | 0.000      |      |       |      |         |       |      |

| 焦点距離<br>可変間隔 | 5.65  | 19.05 | 90.91 |
|--------------|-------|-------|-------|
| d 6          | 0.65  | 23.38 | 38.53 |
| d 14         | 39.89 | 17.16 | 2.01  |
| d 23         | 22.81 | 18.36 | 23.06 |

\*は非球面  
非球面係数

|      | k           | B            | C            | D            | D           |
|------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| R17: | 2.08245D+01 | -3.13644D-05 | -2.62003D-08 | -1.75203D-11 | 5.80604D-14 |
|      | k           | B            | C            | D            | D           |
| R19: | 8.07450D+01 | -1.84740D-05 | 8.30556D-09  | -6.38554D-11 | 7.26711D-15 |

\* \* 【外3】

リアコンバーターレンズ  
数値実施例1

|      |          |      |       |                              |
|------|----------|------|-------|------------------------------|
|      | d25=     | 0.98 |       |                              |
| r26= | 47.231   | d26= | 1.20  | n14= 1.69680      ν 14= 55.5 |
| r27= | 18.806   | d27= | 1.31  |                              |
| r28= | -426.932 | d28= | 1.20  | n15= 1.69680      ν 15= 55.5 |
| r29= | 11.044   | d29= | 3.20  | n16= 1.60342      ν 16= 38.0 |
| r30= | 58.249   | d30= | 4.58  |                              |
| r31= | 16.004   | d31= | 4.00  | n17= 1.48749      ν 17= 70.2 |
| r32= | -23.739  | d32= | 1.00  | n18= 1.80610      ν 18= 40.9 |
| r33= | -63.009  | d33= | 2.00  |                              |
| r34= | 0.000    | d34= | 20.00 | n19= 1.58913      ν 19= 61.1 |
| r35= | 0.000    | d35= | 3.75  | n20= 1.51633      ν 20= 64.2 |
| r36= | 0.000    |      |       |                              |

【0038】

※40※ 【外4】

リアコンバーターレンズ  
数値実施例2

|      |          |      |       |                              |
|------|----------|------|-------|------------------------------|
|      | d25=     | 1.71 |       |                              |
| r26= | 51.668   | d26= | 1.20  | n14= 1.69680      ν 14= 55.5 |
| r27= | 18.028   | d27= | 2.13  |                              |
| r28= | -257.639 | d28= | 1.20  | n15= 1.69680      ν 15= 55.5 |
| r29= | 9.745    | d29= | 3.20  | n16= 1.60342      ν 16= 38.0 |
| r30= | 64.837   | d30= | 3.14  |                              |
| r31= | 15.456   | d31= | 4.00  | n17= 1.49700      ν 17= 81.6 |
| r32= | -28.420  | d32= | 1.00  | n18= 1.80610      ν 18= 40.9 |
| r33= | -70.481  | d33= | 2.00  |                              |
| r34= | 0.000    | d34= | 20.00 | n19= 1.58913      ν 19= 61.1 |
| r35= | 0.000    | d35= | 3.75  | n20= 1.51633      ν 20= 64.2 |
| r36= | 0.000    |      |       |                              |

【0039】

【0040】

\* \* 【外5】

## リアコンバーターレンズ

## 数値実施例3

|      |          |      |       |      |         |      |      |
|------|----------|------|-------|------|---------|------|------|
| r26= | 44.630   | d25= | 0.99  | n14= | 1.51633 | ν14= | 64.2 |
| r27= | 11.717   | d26= | 1.20  |      |         |      |      |
| r28= | -124.402 | d27= | 1.72  | n15= | 1.69680 | ν15= | 55.5 |
| r29= | 11.287   | d28= | 1.00  | n16= | 1.60342 | ν16= | 38.0 |
| r30= | 84.748   | d29= | 4.30  |      |         |      |      |
| r31= | 13.733   | d30= | 1.50  | n17= | 1.48749 | ν17= | 70.2 |
| r32= | -13.264  | d31= | 5.20  | n18= | 1.54814 | ν18= | 45.8 |
| r33= | -158.824 | d32= | 1.20  |      |         |      |      |
| r34= | 0.000    | d33= | 2.00  | n19= | 1.58913 | ν19= | 61.1 |
| r35= | 0.000    | d34= | 20.00 | n20= | 1.51633 | ν20= | 64.2 |
| r36= | 0.000    | d35= | 3.75  |      |         |      |      |

【0041】各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1に、各数値実施例のリアコンバーターレンズの諸元を表-2に示す。

※ 【0042】

【表1】

※

表-1

| 条件式 | 数 値 実 施 例 |       |       |
|-----|-----------|-------|-------|
|     | 1         | 2     | 3     |
| (1) | 0.038     | 0.031 | 0.016 |
| (2) | 29.3      | 40.7  | 24.4  |
| (3) | 3.30      | 3.30  | 3.30  |
| (4) | 0.039     | 0.062 | 0.094 |
| (5) | 1.545     | 1.550 | 1.545 |
| (6) | 1.733     | 1.733 | 1.587 |

【0043】

★ ★ 【表2】

表-2

|             | 数 値 実 施 例 |         |        |
|-------------|-----------|---------|--------|
|             | 1         | 2       | 3      |
| 焦点距離 fc     | -121.36   | -101.37 | -94.57 |
| マスターレンズとの間隔 | 0.98      | 1.71    | 0.99   |
| 拡大倍率        | 1.57x     | 1.60x   | 1.57x  |

【0044】本実施形態のリアコンバーターレンズは、レンズ構成を適切に設定することで、レンズ枚数の少ない簡単でコンパクトな構成でありながら、リアコンバーターレンズ装着のためのマウント部の機械的空間を確保すると共に像側に色分解用プリズムを配置することが可能なバックフォーカスを確保し、Fナンバー1.6程度

40

の明るい主レンズ系に装着した場合でも収差変動が極めて少ない良好な光学性能を発揮することができる。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、簡単な構成でありながら、所定のバックフォーカスを確保しつつ、良好な光学性能のリアコンバーターレンズを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】数値実施例1のリアコンバーターレンズを装着したズームレンズの断面図である。

【図2】数値実施例1のリアコンバーターレンズを装着したズームレンズの諸収差図である。

【図3】数値実施例2のリアコンバーターレンズを装着したズームレンズの断面図である。

【図4】数値実施例2のリアコンバーターレンズを装着したズームレンズの諸収差図である。

【図5】数値実施例3のリアコンバーターレンズを装着したズームレンズの断面図である。

【図6】数値実施例3のリアコンバーターレンズを装着したズームレンズの諸収差図である。

【符号の説明】

L s 主レンズ系

L c リアコンバーターレンズ

G B ガラスプレート

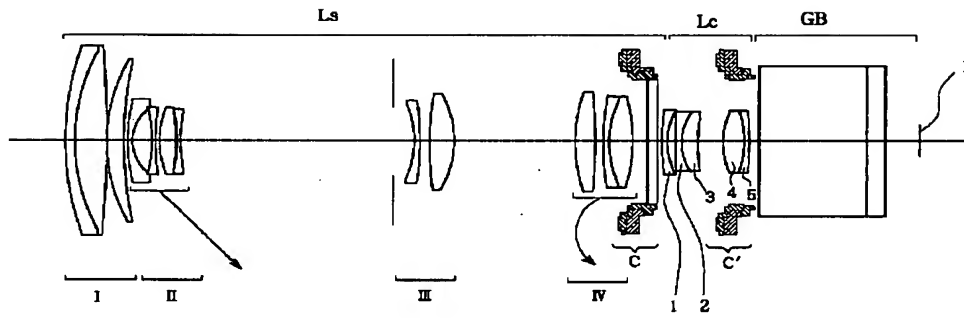
I 撮像面

50 1 第1レンズ

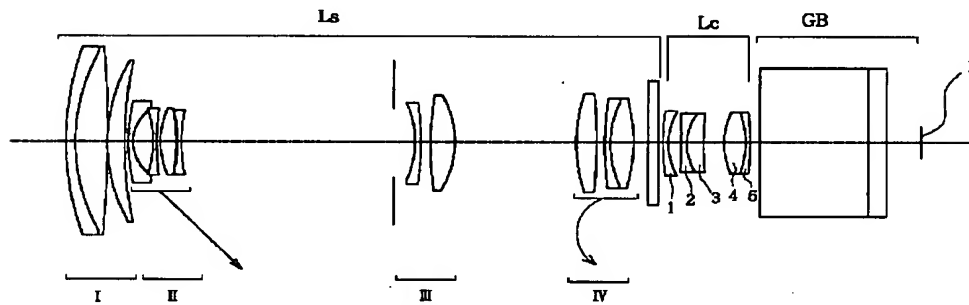
2 第2レンズ  
3 第3レンズ

\* 4 第4レンズ  
\* 5 第5レンズ

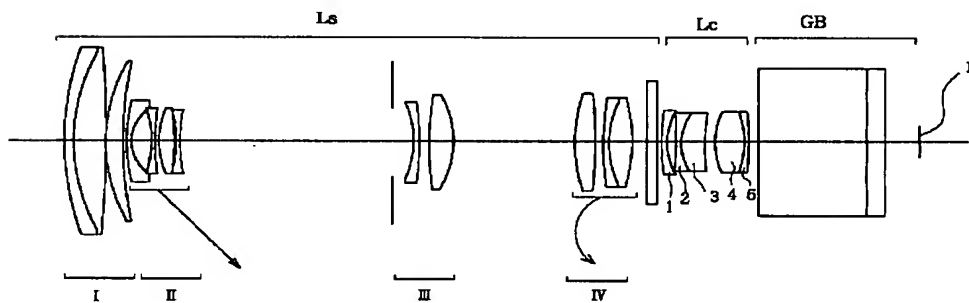
【図1】



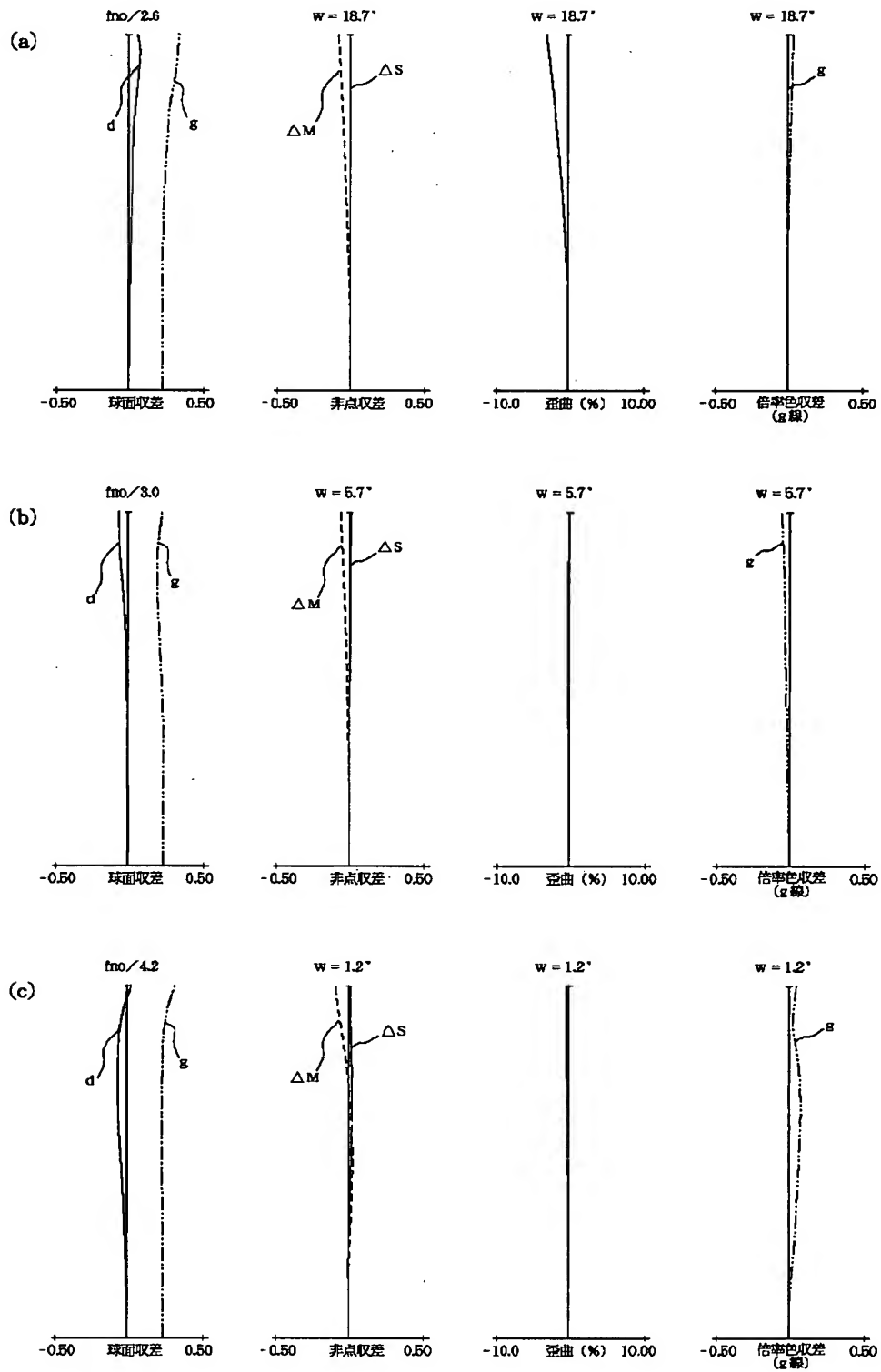
【図3】



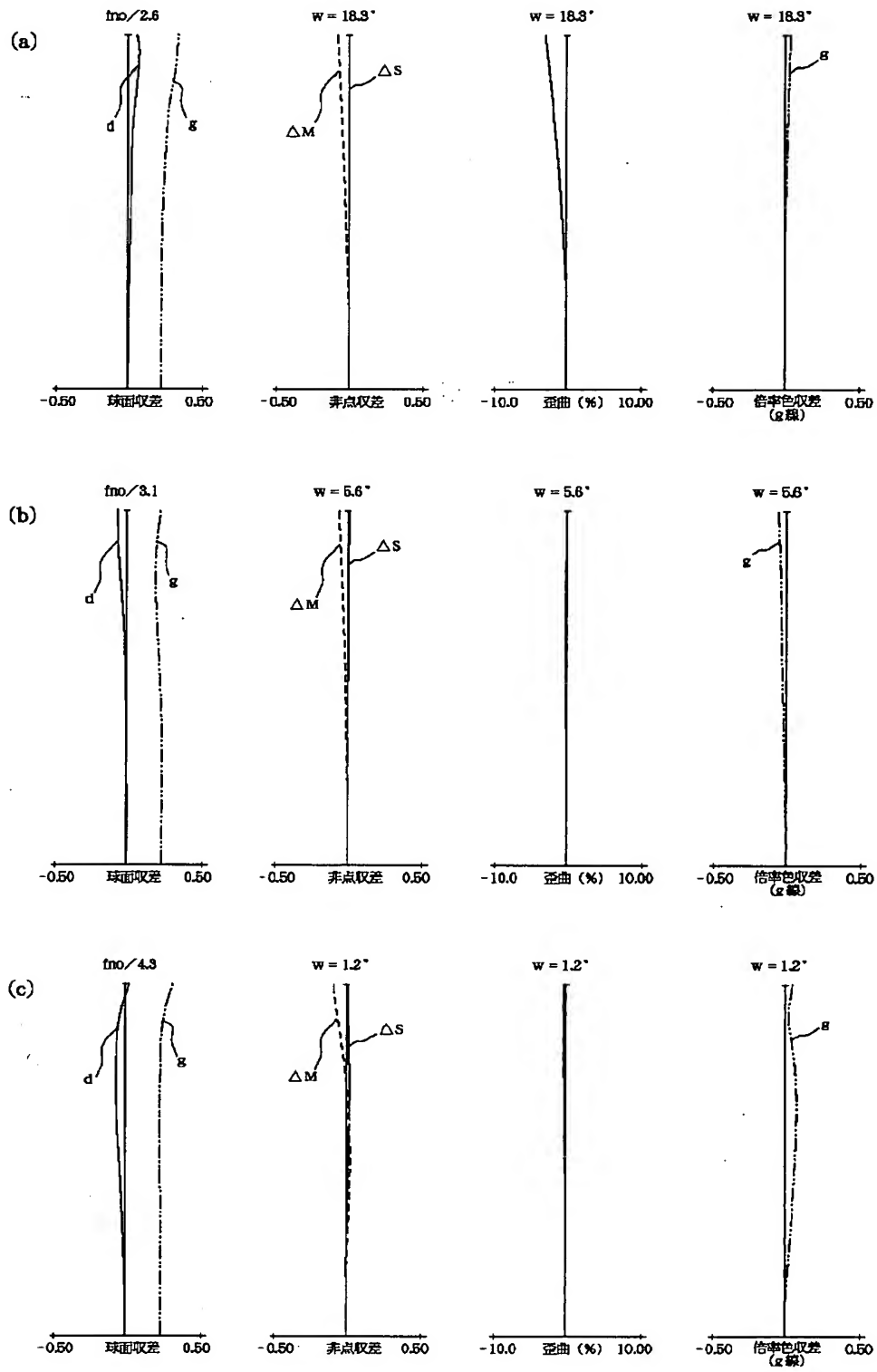
【図5】



【図2】



【図 4】



【図6】

